

УДК 004.85

DOI: 10.22213/2410-9304-2020-3-72-76

## Веб-редактор процессных онтологий

Д. А. Хворенков, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия

*Онтологии и базы знаний онтологического типа являются неизменным компонентом современных систем обработки и анализа информации. В статье рассматривается актуальность использования баз знаний, некоторые перспективные направления применения баз знаний в информационных системах. Рассматриваются некоторые существующие редакторы баз знаний, характерные для них проблемы с пользовательским интерфейсом и причины возникновения этих проблем. Предлагается решение некоторых из этих проблем, основанное на расширении возможностей редактора по построению моделей со сложными связями и на ограничении функциональности, мало используемой рядовыми пользователями. Предлагается программная система для создания OWL (Ontology Web Language) – баз знаний онтологического типа, ориентированных на накопление знаний о процессах – работах и ресурсах. Система предназначена для создания машиночитаемых терминов и определений предметной области, которые необходимы для автоматизации процессов извлечения знаний из данных. С другой стороны, такая система будет полезна специалистам как иерархически организованная справочная система, где корректность задаваемых определений контролируется машиной. Система характеризуется простым и наглядным интерфейсом, призванным задействовать навыки, получаемые экспертами предметных областей в ходе профессиональной деятельности.*

**Ключевые слова:** базы знаний, онтологии, формализация знаний, язык OWL, редактор онтологий.

### Введение

С ростом сложности задач экономики и управления предприятия сталкиваются с необходимостью повышения гибкости бизнес-процессов. Интеграция баз знаний в процессы управления производством позволяет организовать процесс накопления опыта, что существенно влияет на способность предприятий достигать поставленных целей в меняющихся условиях [1].

Так, в работе [2] предлагается разработка базовой метаонтологии и ее расширение локальными онтологиями для создания мультиагентных систем управления ресурсами производства.

В [3] авторы описывают систему формализации знаний, основанную на моделях, существующих в области оценки себестоимости продукции. Также описывается обобщенный процесс работы с полученной системой. Система, предложенная авторами, позволяет упростить процесс оценки себестоимости сложной продукции и обмен опытом между экспертами и предприятиями.

В работе [4] предлагается система управления производственными операциями с использованием процессной онтологии, разработанной авторами. Планирование производственных процессов осуществляется на основе виртуальной модели рабочего пространства и семантических связей между ее частями.

В работе [5] предлагается онтологический подход к представлению знаний геоинформаци-

онных систем (GEOBIA – Geographic Object-Based Image Analysis систем). С помощью дескрипционных логик описываются связи между категориями объектов и их образами на спутниковых снимках. Из этих логических описаний затем извлекаются правила отнесения объектов изображения, выделяемых с помощью процедуры сегментации, к категориям, заданным в онтологии.

Категории, задаваемые в онтологиях, могут быть использованы в информационных системах автоматизированной обработки текста [6].

### Редакторы онтологий

Несмотря на перспективность подхода, базы знаний не получили такого широкого распространения, как ожидалось [7]. Одной из причин может являться несоответствие существующих редакторов стандартизированного языка описания онтологий OWL потребностям пользователей. Предприятия, нуждающиеся в формализации знаний, предпочитают разрабатывать собственные стандарты хранения и обработки знаний и соответствующие им редакторы. Это препятствует обмену опытом и развитию области в целом [8].

Рассмотрим некоторые системы редактирования онтологий.

Доминирующим классом редакторов OWL-онтологий являются редакторы, базирующиеся на результатах исследований в рамках NeOn Project в 2006–2010 годах. К ним относятся *NeOn Toolkit*, *TopBraid Composer* и наиболее

популярный редактор баз знаний *Protégé* [9]. Данные системы близко следуют спецификации OWL и предоставляют широкие возможности для моделирования семантики, предназначены для задания любых ситуаций и обработки запросов со сложной логикой. Такая широкая область применения приводит к тому, что зачастую при разработке моделей необходимо использовать промежуточные понятия и уточнять тривиальные свойства объектов. Это приводит к тому, что получаемые модели отличаются от интуитивного понимания предметной области экспертами, плохо знакомыми с OWL-онтологиями, а значительная часть функциональности не используется большинством пользователей.

Также существуют редакторы, в которых задание аксиом базы знаний производится при помощи псевдоестественного языка, например, *Fluent Editor*. Данные системы более интуитивно понятны пользователям, но при этом создают необходимость дополнительного изучения специальной грамматики редактора и плохо подходят для задания большого количества данных.

В целом можно сказать, что большинство существующих систем разработки онтологий предназначены для использования в академической среде. Они требуют специальных знаний, мало задействуют опыт работы пользователей в других информационных системах и производят трудные для понимания модели.

### Предлагаемое решение

Рассмотрим составные части базы знаний онтологического типа.

Онтология – это база знаний, содержащая информацию о иерархически организованном наборе понятий, их свойствах и отношениях между ними [11].

Онтологии состоят из *ТВох* и *АВох* – терминологического раздела и базы фактов.

*ТВох* – это концептуальная схема предметной области с точки зрения составителя онтологии. Здесь описываются классы объектов, называемые *концептами*, допустимые значения их *свойств* и *отношения* с другими концептами.

*АВох* – это база фактов, в которой содержатся экземпляры объектов.

*Свойства*. Конкретные экземпляры свойств определяют количественные и качественные значения соответствующих свойств объектов (предметов, действий, отношений). Формально, свойства – это унарные (одноместные) отношения.

У классов свойств есть имя, которое задается пользователем, и диапазоны возможных значений, которые задаются при помощи неравенств и множеств.

*Отношения*. Конкретные экземпляры отношений задают количественные и качественные значения *бинарного* отношения между субъектом, к которому присоединено отношение, и объектом отношения.

При задании классов отношений экспертом указываются имя класса и список свойств, присущих отношению. При этом на значения свойств возможно наложить дополнительные ограничения.

*Концепты*. Классы объектов в онтологии задаются при помощи таксономического словаря. Для концепта указываются его место в иерархии, имя, список свойств с ограничениями по значению и отношения с другими концептами.

*Экземпляры*. Экземпляры, или *индивиды*, служат для представления фактов в базе знаний. Экземпляры описываются отношением к классу, именем, свойствами и отношениями с другими экземплярами.

Для упрощения и повышения интуитивности пользовательского интерфейса по сравнению с *Protégé* и подобными системами предоставлена возможность осуществлять ввод индивидов в виде таблицы. Это позволит сократить количество шагов при задании моделей со сложной семантикой и при вводе большого количества индивидов повысит интуитивность за счет схожести с процессом заполнения реляционных баз данных и электронных таблиц [10].

В нашей системе ОКС (Ontology Knowledge Co-editor – соредактор знаний онтологии) на создаваемые модели накладываются следующие ограничения:

- 1) индивиды с разными идентификационными номерами считаются различными по умолчанию;
- 2) индивиды всегда обладают набором свойств, определяемым классом.

На рис. 1 представлен пример окна добавления индивида простого концепта в редакторе ОКС.

Язык описания онтологий OWL основан на модели RDF (Resource Description Framework), которая оперирует триплетами *субъект – предикат – объект*, где предикат не может быть связан с другими сущностями. Это приводит к тому, что в OWL связь между индивидами не может обладать собственными свойствами. В результате при моделировании семантики в большинстве редакторов OWL-онтологий пользователи вынуждены создавать громоздкие конструкции. Например, при моделировании процессов пользователю необходимо либо вводить классы связей для каждой возможной семантической роли,

либо рассматривать роли как концепты и вводить в модель ситуации в виде промежуточных индивидов.

Предлагается реализовать возможность добавления свойств отношений между индивидами в рамках редактора (рис. 2) и разработать

механизм трансляции моделей, использующих такие связи, в язык OWL. В частности, предлагается использование OWL-метаонтологии с такими категориями, как «Отношения» или «Роль», подклассами которых являлись бы свойства отношений ОКСЕ.

Classes					
▼ Предмет					
▼ Заготовка					
▼ Оборудование					
Станок					
Приспособление					
Инструмент					
▼ Действие					
▼ Механообработка					
Операция					

  

id	Имя	Материал	Диаметр	Длина	Цена
1	Пруток	Сталь 45	16	2000	20.00
2	Прокат	Сталь 45	16	122	5.00

+

Рис. 1. Добавление простых индивидов



Рис. 2. Схема семантической сети со сложным отношением

На рис. 3 представлен пример окна добавления индивида концепта со связью, обладающей собственными свойствами в редакторе.

Из рис. 1 и 3 можно заметить, что концепты процессной онтологии разделены на две базовые категории: предмет и действие.

Classes					
▼ Предмет					
▼ Заготовка					
▼ Оборудование					
Станок					
Приспособление					
Инструмент					
▼ Действие					
▼ Механообработка					
Операция					
id	Имя	Разряд	Длительность	Участник действия	
				Предмет	Роль
1	Отрезать	3	5	Пруток	Объект воздействия
+					

Рис. 3. Добавление индивида со сложным отношением

### Заключение

В статье рассматриваются базы знаний онтологического типа, некоторые области их применения в производстве и проблемы их развития. Рассматриваются популярные редакторы OWL-онтологий и предлагается способ упрощения и повышения комфортности работы с редактором путем введения ограничений на вводимые данные и расширения модели RDF.

Для упрощения и повышения комфортности пользовательского интерфейса пользователю предоставлена возможность осуществлять ввод индивидов в виде таблиц. Это позволяет сократить количество шагов при задании моделей со сложной семантикой и при вводе большого количества индивидов за счет схожести с процессом заполнения реляционных баз данных и электронных таблиц.

Реализована возможность добавления свойств отношений между индивидами в рамках редактора.

### Библиографические ссылки

1. Kamsu Foguem B., Coudert T., Béler C., et al. Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach. *Computers in Industry*. 2008. Volume 59. Issue 7. pp. 694-710 DOI: 10.1016/j.compind.2007.12.014
2. Жиляев А. А. Онтологии как инструмент создания открытых мультиагентных систем управления ресурсами лаяв // Онтология проектирования. 2019. Т. 9. №. 2(32). С. 261–281. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-261-281.
3. Mandolini M., Favi C., Campi F., et al. A Knowledge Formalization Approach for Manufacturing Cost Estimation. *Design Tools and Methods in Industrial En-*

*gineering*. 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. Pp. 279-290. DOI: 10.1007/978-3-030-31154-4\_24.

4. Kang M., Kim G., Lee T., et al. Selection and sequencing of machining processes for prismatic parts using process ontology model. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*. 2016. Vol. 17. pp. 387-394. DOI: 10.1007/s12541-016-0048-2

5. Belgiu M., Hofer B., Hofmann P. Coupling formalized knowledge bases with object-based image analysis. *Remote Sensing Letters*. 2014. Vol. 5. No. 6. pp. 530-538. DOI: 10.1080/2150704X.2014.930563.

6. Моченов С. В., Ахметгалеев П. П. Об одном подходе к построению информационной системы обработки текстовой информации на основе смысловых групп // Интеллектуальные системы в производстве. 2019. Т. 17. № 2. С. 58–64. DOI: 0.22213/2410-9304-2019-2-58-64

7. Suárez-Figueroa M.C., García Castro R., Villazon Terrazas B., et al. Essentials in Ontology Engineering: Methodologies, Languages, And Tools. *Proceedings of the 2nd Workshop organized by the eeb data models community- CIB*. 2011

8. Tudorache T. Ontology engineering: Current state, challenges, and future directions. *Semantic Web*. 2019. DOI: 10.3233/SW-190382.

9. Slimani T. Ontology development: A comparing study on tools, languages and formalisms. *IJST*. 2015. Vol. 8(24). pp. 1-12. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i34/54249.

10. Кучуганов В. Н. Онтология и анимация прецедентов // Онтология проектирования. 2016. Т. 6. № 3 (21). С. 287–296. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-3-287-296.

11. Di Maio P. 'Just enough' ontology engineering. *Proceedings of the International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics, WIMS 2011*. Sogndal, 2011. DOI: 10.1145/1988688.1988698.

### References

1. Kamsu Fogueu, B., Coudert, T., Béler, C., *et al.* Knowledge formalization in experience feedback processes: An ontology-based approach. *Computers in Industry*. 2008. Vol. 59. Issue 7. Pp. 694-710 DOI: 10.1016/j.compind.2007.12.014.
2. Zhilyaev A.A. [Ontologies as a tool for creating open multi-agent resource management systems]. *Ontologiya proektirovaniya*. 2019. Vol. 9, no. 2. Pp. 261-281 (in Russ.). DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-261-281.
3. Mandolini M., Favi C., Campi F., *et al.* A Knowledge Formalization Approach for Manufacturing Cost Estimation. Design Tools and Methods in Industrial Engineering. 2020. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. pp. 279-290. DOI: 10.1007/978-3-030-31154-4\_24
4. Kang, M., Kim, G., Lee, T., *et al.* Selection and sequencing of machining processes for prismatic parts using process ontology model. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*. 2016. Vol. 17. Pp. 387-394. DOI: 10.1007/s12541-016-0048-2
5. Belgiu M., Hofer B., Hofmann P. Coupling formalized knowledge bases with object-based image analysis. *Remote Sensing Letters*. 2014. Vol. 5. No. 6. Pp. 530-538. DOI: 10.1080/2150704X.2014.930563.
6. Mochenov S.V., Akhmetgaleev R.R. [On one approach to building an information system for processing textual information based on semantic groups]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2019. Vol. 17, no. 2. Pp. 58-64 (in Russ.). DOI: 0.22213/2410-9304-2019-2-58-64.
7. Suárez-Figueroa M.C., García Castro R., Villazon Terrazas B., *et al.* Essentials in Ontology Engineering: Methodologies, Languages, And Tools. *Proceedings of the 2nd Workshop organized by the eeb data models community - CIB*. 2011.
8. Tudorache T. Ontology engineering: Current state, challenges, and future directions. *Semantic Web*. 2019. DOI: 10.3233/SW-190382.
9. Slimani T. Ontology development: A comparing study on tools, languages and formalisms. *IJST*. 2015. Vol. 8(24). Pp. 1-12. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i34/54249.
10. Kuchuganov V.N. [Ontology and animation of use cases]. *Ontologiya proektirovaniya*. 2016. Vol. 6, no. 3. Pp. 287-296 (in Russ.). DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-3-287-296.
11. Di Maio P. 'Just enough' ontology engineering. *Proceedings of the International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics, WIMS 2011*. Sognal, 2011. DOI: 10.1145/1988688.1988698.

\* \* \*

### Process Ontology Web-editor

*D.A. Khvorenkov*, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

*Ontologies and ontological-type knowledge bases are an essential component of modern information processing and analysis systems. This paper discusses the relevance of using knowledge bases. It includes considerations on some existing knowledge base editors, their typical problems with the user interface, and causes of such issues. A solution is proposed for some of the problems, based on the extension of editors' capacity to model complex relations and on limiting functionality rarely used by ordinary users. A software system for creating OWL (Ontology Web Language) ontological-type knowledge bases focused on the accumulation of knowledge about processes - works and resources - is introduced. The system is designed to create machine-readable terms and domain definitions necessary to automate the processes of extracting knowledge from data. Such a system will also be useful to specialists as a hierarchically organized help system with the correctness of the defined definitions controlled by machines. The system is characterized by a simple and intuitive interface designed to use the skills acquired by domain experts in the course of their professional activities.*

**Keywords:** knowledge base, ontology, knowledge formalization, Ontology Web Language, ontology editor.

Получено 28.07.2020